الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية

وزارة التربية الوطنية | الديوان الوطني للامتحانات والمسابقات

امتحان بكالوريا التعليم الثانوي | دورة: جوان 2010

الشعبة: تقني رياضي

اختبار في مادة : التكنولوجيا (هندسة الطرائق) | المدة: 04 سا و 30 د

على المترشح أن يختار أحد الموضوعين التاليين:

الموضوع الأول

التمرين الأول: (05 نقاط)

1/ فحم هيدروجيني أكسجيني A صيغته المجملة $C_4H_{10}O$. نمرّر أبخرة المركب A على النحاس المسخن عند 300°C فنحصل على المركب B، الذي يتفاعل مع كاشف D.N.P.H بينما لا يتفاعل مع محلول فهلنغ.

– أوجد الصيّغة نصف المفصّلة لكل من المركبين A و B موضحًا طبيعتهما الكيميائية.

2/ – يتفاعل المركب B مع بروميد المثيل مغنزيوم CH_3-MgBr ليعطي مُركبًا يتحلّل بالماء ليتشكّل المركب C.

– نمرّر أبخرة المركب C على الألومين Al_2O_3 المسخّن عند 400°C فيتشكّل المركب D.

– يتأكسد المركب D بواسطة $K_2Cr_2O_7$ في وسط حمضي فينتج المركبين E و F .

– يتفاعل المركب F مع كلوريد الثيونيل ($SOCl_2$) ليعطي المركب G.

– تأثير CH_3-MgCl على المركب G يؤدي إلى المركب E.

أ– أكتب الصيّغ نصف المفصّلة للمركبات C ، D ، E ، F ، G .

ب– ما نوع التفاعل المؤدي إلى تشكّل كلّ من المركبين D و G ؟

ج– أكمل التفاعل التالي:

$$2\,F \xrightarrow[350°C]{MnO} \;......\; + \;......\; + \;......$$

التمرين الثاني: (05 نقاط)

يعطى التفاعل الآتي عند 25°C :

$$C_3H_{8(g)} + 5O_{2(g)} \longrightarrow 3CO_{2(g)} + 4H_2O_{(g)}$$

1/ أحسب أنطالبي هذا التفاعل باستخدام المعادلات التالية:

$$3C_{(s)} + 4H_{2(g)} \longrightarrow C_3H_{8(g)} \qquad \Delta H_1^0 = -103{,}8\ kJ.mol^{-1}$$

$$C_{(s)} + O_{2(g)} \longrightarrow CO_{2(g)} \qquad \Delta H_2^0 = -393{,}5\ kJ.mol^{-1}$$

$$H_{2(g)} + \tfrac{1}{2}O_{2(g)} \longrightarrow H_2O_{(g)} \qquad \Delta H_3^0 = -241{,}8\ kJ.mol^{-1}$$

2/ أحسب أنطالبي هذا التفاعل عند 700°C.

3/ أحسب طاقة الرّابطة C–H في البروبان $C_3H_{8(g)}$.

المعطيات:

المركبات	$C_3H_{8(g)}$	$H_2O_{(g)}$	$O_{2(g)}$	$CO_{2(g)}$
$C_p\ (J.mol^{-1}.K^{-1})$	73,89	34,23	29,37	37,20

$\Delta H^0_{sub}(C_{(s)}) = 717\ kJ.mol^{-1}$ $\quad E_{C-C} = -347,3\ kJ.mol^{-1}$ $\quad \Delta H^0_{dis}(H_2) = 436\ kJ.mol^{-1}$

التمرين الثالث: (05 نقاط)

لتحضير حمض البنزويك استخدمنا المواد التالية:

- 2 g من NaOH
- 6 g من $KMnO_4$
- 2,5 mL كحول بنزيلي $C_6H_5-CH_2-OH$
- 100 mL ماء مقطر
- حجر الخفان (pierre ponce)
- محلول HCl مركز

بعد إجراء التجربة حصلنا على 1,763 g من حمض البنزويك.

1/ أكتب معادلة التفاعل الحادث.

2/ ما دور حجر الخفان في التجربة؟

3/ ما دور حمض كلور الماء في التجربة؟

4/ أحسب عدد مولات كل من الكحول البنزيلي وبرمنغنات البوتاسيوم $KMnO_4$.

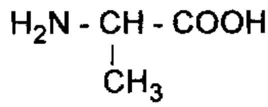
5/ أحسب مردود التفاعل.

المعطيات: O=16 g/mol H=1 g/mol C=12 g/mol K=39,1 g/mol Mn=54,9 g/mol

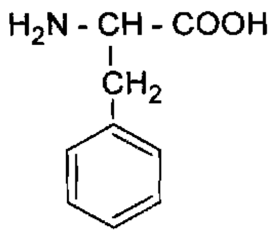
الكتلة الحجمية للكحول البنزيلي هي $\rho=1,04\ g/cm^3$

<u>التمرين الرابع:</u> (05 نقاط)

لديك صيغ الأحماض الأمينية التالية:



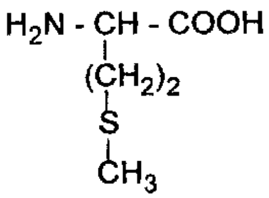
Ala الانين



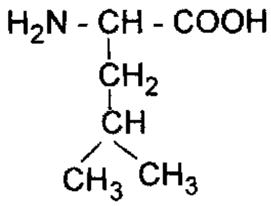
Phe فينيل ألانين

$H_2N - CH_2 - COOH$

Gly غليسين



Met مثيونين



Leu لوسين

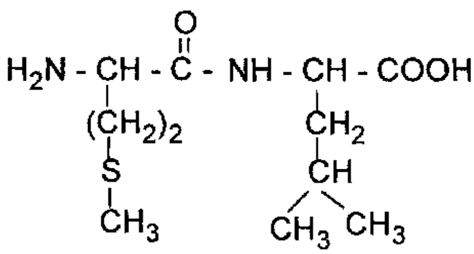
1/ صنّف الأحماض الأمينية التالية Ala ، Phe ، Met .

2/ أُكتب الصّيغة الكيميائية لثلاثي الببتيد Phe–Gly–Leu .

3/ هل يعطي هذا الببتيد نتيجة إيجابية مع كاشف كزانتوبروتييك؟ علّل إجابتك.

4/ أُكتب الصّيغ الكيميائية الممكنة لثنائي الببتيد المتشكل من الحمضين الأمينيين Gly و Ala.

5/ نعتبر ثنائي الببتيد التالي:



أ– ما هي الأحماض الأمينية المكوّنة له؟

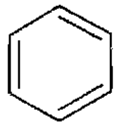
ب– مثّل المماكبات الضوئية لأحد الحمضين الأمينيين مع إعطاء التّسمية D و L.

<u>الموضوع الثاني</u>

<u>التمرين الأول:</u> (07 نقاط)

I) نعتبر التفاعلات الكيميائية المتسلسلة التالية:

$$CH_3\text{-}COOH + PCl_5 \longrightarrow A + \ldots + \ldots$$

 $+ \; A \xrightarrow{AlCl_3} B + \ldots$

$$\text{Propan-2-ol} \xrightarrow[170°C]{H_2SO_4} C + H_2O$$

$$C + HBr \longrightarrow D$$

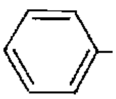
$$D + Mg \xrightarrow[\text{جاف}]{R\text{-}O\text{-}R} E$$

$$E + B \longrightarrow F$$

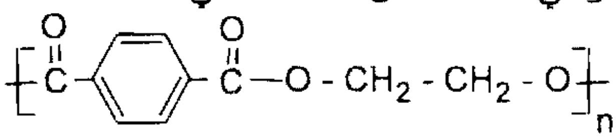
$$F + H_2O \longrightarrow G + MgBrOH$$

1/ عيّن الصيّغ نصف المفصّلة للمركبات A، B، C، D، E، F، G وأكمل التفاعلات الكيميائية المتسلسلة.

2/ أكتب تفاعل إرجاع كليمنسن للمركب B.

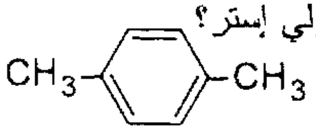
3/ أكتب سلسلة التفاعلات التي تسمح بالحصول على المركب B انطلاقا من $CH_3\text{-}C\equiv N$ و -MgCl والماء.

II) يحضّر البولي إستر في الصّناعة من التفاعل التالي:

$n X + n Y \longrightarrow$  $+ \; n' H_2O$

1/ استنتج الصّيغة نصف المفصّلة لكلّ من المونوميرين X و Y.

2/ ما نوع البلمرة في تفاعل تشكل البولي إستر؟

3/ – نحصل على المركب X بأكسدة  بواسطة برمنغنات البوتاسيوم في وسط حمضي.

– نحصل على المركب Y بأكسدة الإيثلين بواسطة فوق الحمض $R\text{-}CO_3H$ متبوعة بالإماهة.

أكتب التفاعلات الكيميائية الحاصلة.

التمرين الثاني: (07 نقاط)

1/ لديك الجدول التالي:

الحمض الأميني	الرّمز	الصّيغة الكيميائية	pKa_1	pKa_2	pKa_R	pH_i
لوسين	Leu	$(CH_3)_2CH - CH_2 - CH(NH_2) - COOH$	2,38	9,62	//////	
حمض الأسبارتيك	Asp	$HOOC - CH_2 - CH(NH_2) - COOH$	1,88	9,6		2,77
ليزين	Lys	$H_2N - (CH_2)_4 - CH(NH_2) - COOH$	2,2		10,5	9,7

أ- أكمل الجدول مبررا إجابتك.

ب- مثّل الشّكلين D و L لحمض الأسبارتيك.

ج- اُكتب صيغ الحمض الأميني Leu عند pH=1 ، pH=6 و pH=12

2/ نضع مزيجا من الأحماض الأمينية الثلاثة Leu، Asp، Lys في جهاز الهجرة الكهربائية عند pH=9,7

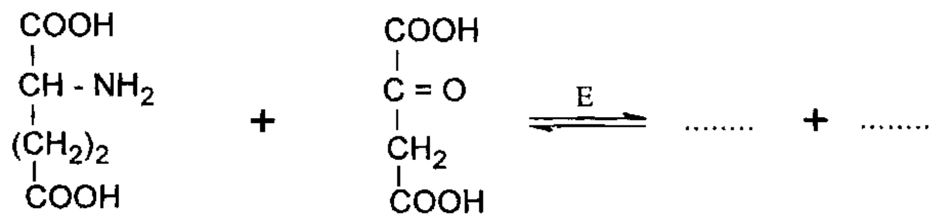
- حدّد بالرسم مواقع الأحماض الأمينية الثلاثة بعد هجرتها مع التعليل.

3/ لديك ثلاثي الببتيد التالي: Lys–Leu–Asp

أ- اُكتب الصّيغة الكيميائية لهذا الببتيد.

ب- استنتج صيغته عند pH=13

4/ ينتج حمض الأسبارتيك من التفاعل الإنزيمي التالي:



حمض غلوتاميك   حمض أوكسالوأستيك

أ- أكمل التفاعل الإنزيمي.

ب- اُذكر اسم الإنزيم المحفّز E.

ج- أعط تصنيف هذا الإنزيم.

التمرين الثالث: (06 نقاط)

1/ تتمدّد كتلة 28g من غاز ثنائي الأزوت N_2 تمدّدا عكسيا من الحجم 2,445 L إلى الحجم 24,45 L عند درجة حرارة ثابتة 25°C.

ملاحظة: نعتبر N_2 غاز مثالي.

أ- استخرج عبارة عمل التمدّد.

ب- أحسب عمل تمدّد الغاز N_2.

يعطى : $R = 8,314\ J.mol^{-1}.K^{-1}$ ، $N = 14\ g.mol^{-1}$

2/ يتأكسد الغاز N_2 بالأكسجين O_2 وفق التفاعلين التاليين:

$$N_{2(g)} + O_{2(g)} \longrightarrow 2NO_{(g)} \qquad \Delta H_1 = 180\ kJ$$

$$NO_{(g)} + 1/2\ O_{2(g)} \longrightarrow NO_{2(g)} \qquad \Delta H_2 = -57\ kJ$$

أ- استنتج الأنطالبي ΔH_3 للتفاعل التالي:

$$N_{2(g)} + 2O_{2(g)} \longrightarrow 2NO_{2(g)}$$

ب- هل هذا التفاعل ناشر أو ماص للحرارة؟ علّل إجابتك.

3/ ليكن التفاعل التالي:

$$N_{2(g)} + 3H_{2(g)} \rightleftharpoons 2NH_{3(g)}$$

أنطالبي هذا التفاعل عند 25°C : $\Delta H = -92\ kJ$

- أحسب أنطالبي التفاعل عند 500°C .

تعطى السعات الحرارية المولية عند ضغط ثابت:

$C_p(N_2) = 29,10\ J.mol^{-1}.K^{-1}$

$C_p(H_2) = 28,90\ J.mol^{-1}.K^{-1}$

$C_p(NH_3) = 36,10\ J.mol^{-1}.K^{-1}$

4/ نعتبر التفاعل التالي عند 25°C :

$$NH_{3(g)} + \frac{5}{4}O_{2(g)} \longrightarrow NO_{(g)} + \frac{3}{2}H_2O_{(g)}$$

أنطالبي هذا التفاعل : $\Delta H = -226,7\ kJ$

- أحسب التغير في الطاقة الدّاخلية ΔU للتفاعل عند 25°C.

التمرين الثاني: (07 نقاط)

1/ لديك الجدول التالي:

الحمض الأميني	الرّمز	الصّيغة الكيميائية	pKa_1	pKa_2	pKa_R	pH_i
لوسين	Leu	$(CH_3)_2CH - CH_2 - CH(NH_2) - COOH$	2,38	9,62		
حمض الأسبارتيك	Asp	$HOOC - CH_2 - CH(NH_2) - COOH$	1,88	9,6		2,77
ليزين	Lys	$H_2N - (CH_2)_4 - CH(NH_2) - COOH$	2,2		10,5	9,7

أ- أكمل الجدول مبررا إجابتك.

ب- مثّل الشّكلين D و L لحمض الأسبارتيك.

ج- اُكتب صيغ الحمض الأميني Leu عند pH=1 ، pH=6 و pH=12

2/ نضع مزيجا من الأحماض الأمينية الثلاثة Leu، Asp، Lys في جهاز الهجرة الكهربائية عند pH=9,7

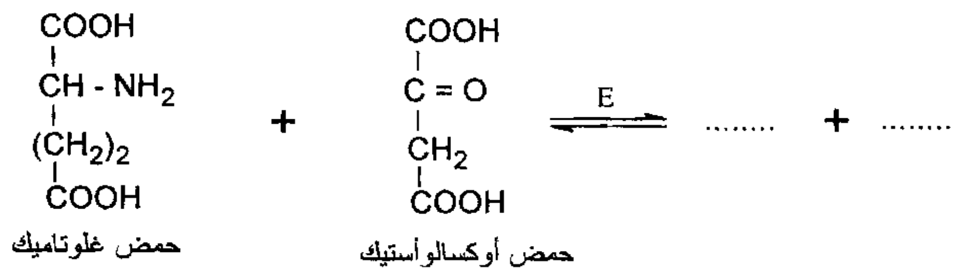
- حدّد بالرسم مواقع الأحماض الأمينية الثلاثة بعد هجرتها مع التعليل.

3/ لديك ثلاثي الببتيد التالي: Lys–Leu–Asp

أ- اُكتب الصّيغة الكيميائية لهذا الببتيد.

ب- استنتج صيغته عند pH=13

4/ ينتج حمض الأسبارتيك من التفاعل الإنزيمي التالي:

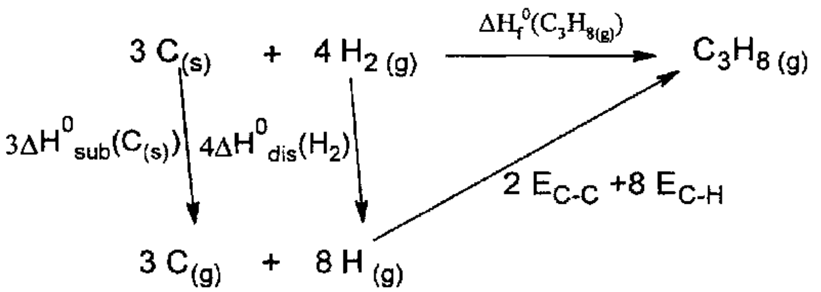


أ- أكمل التفاعل الإنزيمي.

ب- اُذكر اسم الإنزيم المحفز E.

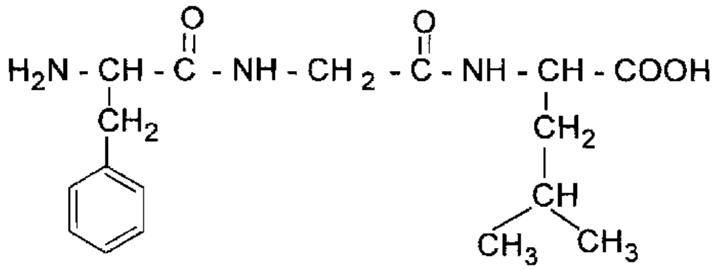
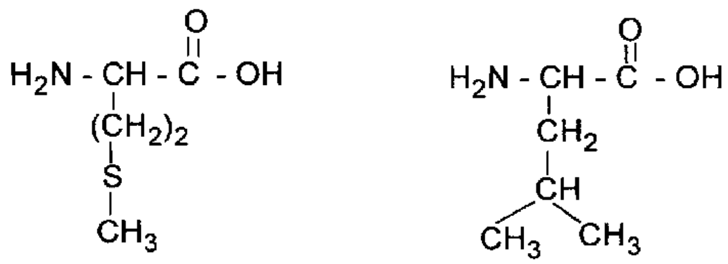
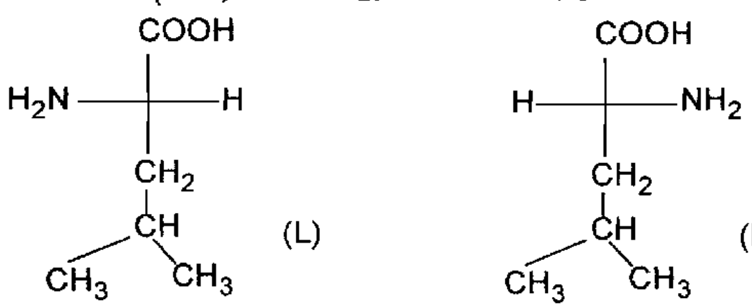
ج- أعط تصنيف هذا الإنزيم.

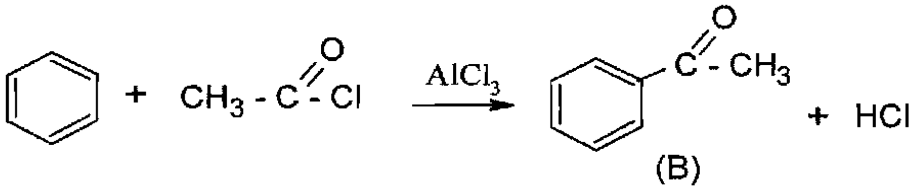
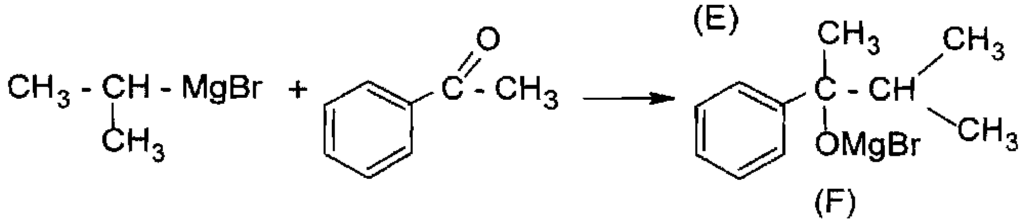
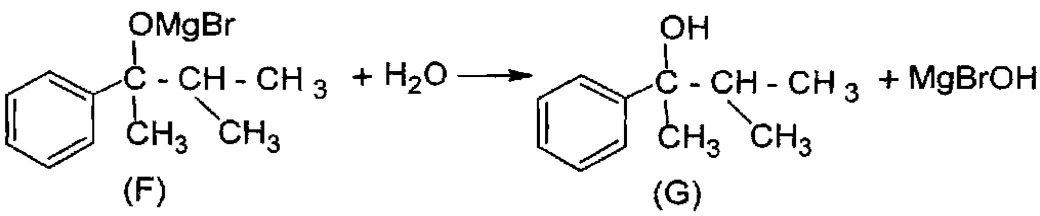
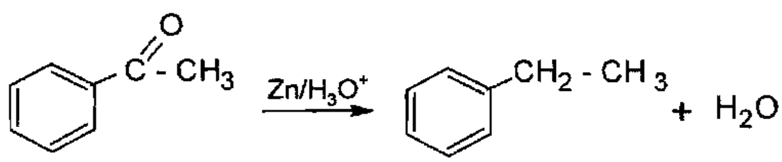
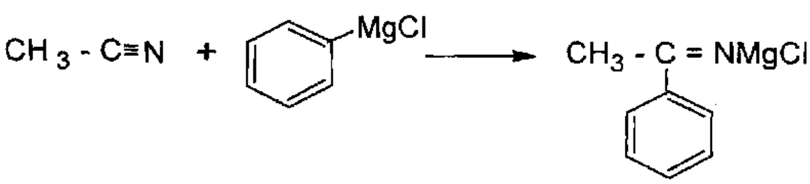
المحاور	عناصر الإجابة الموضوع الأول	العلامة مجزأة	العلامة مجموع
	التمرين الأول: (05 نقاط)		
	1) الصيغة نصف المفصلة للمركب A: $CH_3-CH(OH)-CH_2-CH_3$	0,5	1,5
	طبيعة A: كحول ثانوي	0,25	
	الصيغة نصف المفصلة للمركب B: $CH_3-CO-CH_2-CH_3$	0,5	
	طبيعة B: سيتون	0,25	
	2) أ- الصيغ نصف المفصلة للمركبات:	5×0,5	3,5
	(C): $CH_3-C(OH)(CH_3)-CH_2-CH_3$; (D): $CH_3-C(CH_3)=CH-CH_3$		
	(E): $CH_3-CO-CH_3$; (F): $CH_3-CO-OH$; (G): $CH_3-CO-Cl$		
	ب- نوع التفاعل المؤدي إلى D: تفاعل نزع.	0,25	
	نوع التفاعل المؤدي إلى G: تفاعل استبدال.	0,25	
	ج- إكمال التفاعل: $2\,CH_3-CO-OH \xrightarrow[350°C]{MnO} CH_3-CO-CH_3 + CO_2 + H_2O$ (F)	0,5	
	التمرين الثاني: (05 نقاط)		
	1) حساب أنطالبي التفاعل:		1,5
	$C_3H_8\,(g) \longrightarrow 3\,C\,(s) + 4\,H_2\,(g)$ $\quad -\Delta H_1^0$	0,25	
	$\left(C\,(s) + O_2\,(g) \longrightarrow CO_2\,(g) \quad \Delta H_2^0\right) \times 3$	0,25	
	$\left(H_2\,(g) + 1/2\,O_2\,(g) \longrightarrow H_2O\,(g) \quad \Delta H_3^0\right) \times 4$	0,25	
	$C_3H_8\,(g) + 5\,O_2\,(g) \longrightarrow 3\,CO_2\,(g) + 4\,H_2O\,(g)$		
	$\Delta H = -\Delta H_1^0 + 3\Delta H_2^0 + 4\Delta H_3^0$	0,25	
	$\Delta H = 103,8 + 3(-393,5) + 4(-241,8)$	0,25	
	$\Delta H = -2043,9\,kJ.mol^{-1}$	0,25	

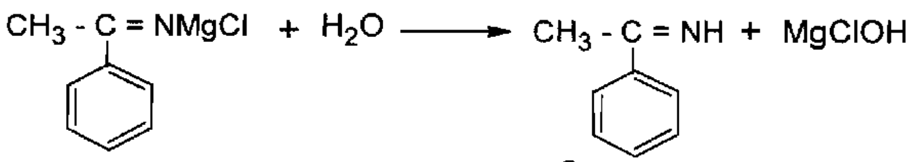
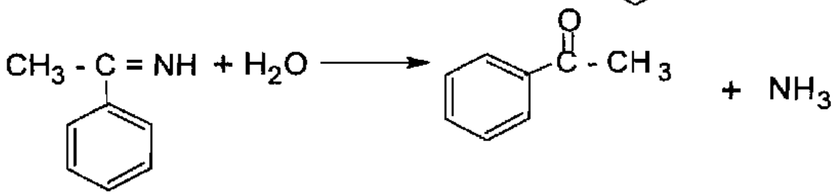
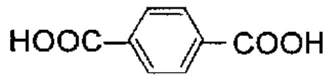
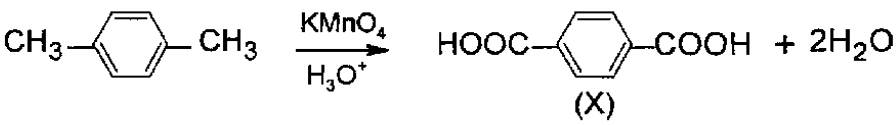
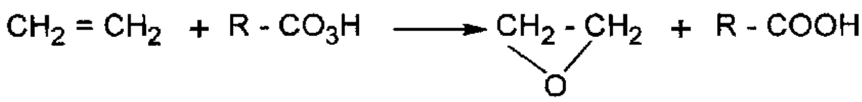
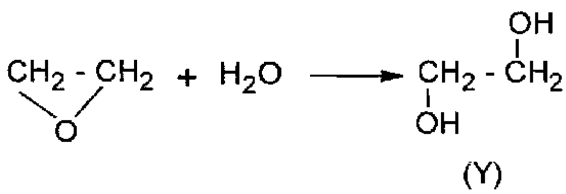
الإجابة	العلامة الجزئية	المجموع
ملاحظة: تمنح العلامة الكاملة في حالة استعمال قانون Hess لإيجاد أنطالبي التفاعل حيث:	أو	
$\Delta H = \sum \Delta H_f^0(Produits) - \sum \Delta H_f^0(Reactifs)$		
$\Delta H = 3\Delta H_f^0(CO_{2(g)}) + 4\Delta H_f^0(H_2O_{(g)}) - \left[\Delta H_f^0(C_3H_{8(g)}) + 5\Delta H_f^0(O_{2(g)})\right]$	0,5	
$\Delta H = 3(-393,5) + 4(-241,8) - [-103,8 + 5\times 0]$	0,5	
$\Delta H = -2043,9 kJ.mol^{-1}$	0,5	
2) حساب أنطالبي التفاعل عند 700°C:		2
لدينا قانون كيرشوف:		
$\Delta H_T = \Delta H_{T_0} + \int_{T_0}^{T} \Delta Cp dT$	0,25	
$T = 700 + 273 = 973K$	0,25	
$T_0 = 25 + 273 = 298K$	0,25	
$\Delta Cp = \sum Cp(Produits) - \sum Cp(Reactifs)$	0,25	
$\Delta Cp = 3Cp(CO_2) + 4Cp(H_2O) - [Cp(C_3H_8) + 5Cp(O_2)]$	0,25	
$\Delta Cp = (3\times 37,2) + 4(34,23) - (73,89 + 5\times 29,37)$	0,25	
$\Delta Cp = 27,78\ J.mol^{-1}.K^{-1}$		
$\Delta H_T = \Delta H_{T_0} + \Delta Cp(T - T_0)$	0,25	
$\Delta H_{973} = -2043,9 \cdot 10^3 + 27,78(973 - 298)$		
$\Delta H_{973} = -2043900 + 18751,5$		
$\Delta H_{973} = -2025148,5\ J.mol^{-1}$		
$\Delta H_{973} = -2025,1485\ kJ.mol^{-1}$	0,25	
3) حساب طاقة الرابطة C−H :		1,5
	0,5	
$\Delta H_f^0(C_3H_{8\,(g)}) = 3\Delta H_{sub}^0(C_{(s)}) + 4\Delta H_{dis}^0(H_2) + 2E_{C-C} + 8E_{C-H}$	0,5	
$-103,8 = 3(717) + 4(436) + 2(-347,3) + 8E_{C-H}$	0,25	
$\Rightarrow E_{C-H} = \frac{-3304,2}{8} = -413,025 kJ.mol^{-1}$	0,25	

235

عناصر الإجابة	مجزأة	مجموع
التمرين الثالث: (05 نقاط)		
1) كتابة معادلة التفاعل الحادث:		
$[C_6H_5-CH_2OH + 5OH^- \longrightarrow C_6H_5-COO^- + 4e^- + 4H_2O] \times 3$	0,25	0,75
$[MnO_4^- + 3e^- + 2H_2O \longrightarrow MnO_2 + 4OH^-] \times 4$	0,25	
$3C_6H_5-CH_2OH + 4MnO_4^- \longrightarrow 3C_6H_5-COO^- + 4MnO_2 + 4H_2O + OH^-$	0,25	
ملاحظة: تقبل الإجابة إذا كتبت المعادلة فقط.		
2) دور حجر الخفان في التجربة: تنظيم الغليان.	0,5	0,5
3) دور HCl هو ترسيب حمض البنزويك.	0,5	0,5
4) حساب عدد مولات $C_6H_5-CH_2OH$ و $KMnO_4$:		
كتلة الكحول البنزيلي: $m_1 = \rho . V = 1,04 \times 2,5 = 2,6g$	2×0,25	1,75
الكتلة المولية للكحول:		
$M_1 = (7\times12)+(8\times1)+16 = 108 g/mol$	0,25	
$n_1 = \frac{m_1}{M_1} = \frac{2,6}{108} = 0,024 mol$	2×0,25	
الكتلة المولية لـــ $KMnO_4$:		
$M_2 = 39,1+54,9+4\times16 = 158 g/mol$	0,25	
$n_2 = \frac{m_2}{M_2} = \frac{6}{158} = 0,038 mol$	0,25	
5) حساب المردود: $M_{C_6H_5-COOH} = (7\times12)+6+(2\times16) = 122 g/mol$	0,25	1,5
$C_6H_5-CH_2OH \longrightarrow C_6H_5-COOH$		
108 g ⟶ 122 g		
2,6 g ⟶ x		
$\Rightarrow x = \frac{2,6\times122}{108} = 2,937g$	0,5	
المردود = $100\times\frac{\text{الكتلة العملية من حمض البنزويك}}{\text{الكتلة النظرية من حمض البنزويك}}$	0,5	
المردود = $100\times\frac{1,763}{2,937}$		
المردود = 60 %	0,25	

التمرين الرابع: (05 نقاط)		
1) التصنيف: Ala : حمض أميني ذو سلسلة كربونية بسيطة Phe : حمض أميني عطري Met : حمض أميني كبريتي	0,25 0,25 0,25	0,75
2) الصيغة الكيميائية للببتيد : Phe – Gly – Leu هي: 	0,75	0,75
3) هذا الببتيد يقبل التفاعل اللوني (كزانتوبروتييك) لاحتوائه على حمض أميني عطري (Phe) .	2×0,25	0,5
4) الصيغ الكيميائية الممكنة لثنائي الببتيد المتشكل من Gly ، Ala : $H_2N-CH_2-CO-NH-CH(CH_3)-COOH$ و $H_2N-CH(CH_3)-CO-NH-CH2-COOH$ ملاحظة: تقبل الإجابة:Ala – Gly و Gly–Ala.	2×0,5	1
5) أ- الأحماض الأمينية:  ب- تمثيل المماكبات الضوئية لأحد الحمضين الأمينيين (Leu):  (L) (D) ملاحظة: تقبل الإجابة بالنسبة للحمض الأميني الآخر(Met)	2×0,5 2×0,5	2

المحاور	عناصر الإجابة الموضوع الثاني	العلامة مجزأة	العلامة مجموع
	التمرين الأول: (07 نقاط)		
	(1-I		
	$CH_3-COOH + PCl_5 \longrightarrow CH_3-C(=O)-Cl + HCl + POCl_3$ (A)	0,5 +0,25 +0,25	4,25
		0,5 0,25+	
	$CH_3-CH(OH)-CH_3 \xrightarrow[170°C]{H_2SO_4} CH_3-CH=CH_2 + H_2O$ (C)	0,5	
	$CH_3-CH=CH_2 + HBr \longrightarrow CH_3-CH(Br)-CH_3$ (D)	0,5	
	$CH_3-CH(CH_3)-Br + Mg \xrightarrow[\text{جاف}]{R-O-R} CH_3-CH(CH_3)-MgBr$ (E)	0,5	
		0,5	
		0,5	
	(2		
		0,5	0,5
	(3		
		0,25	0,75

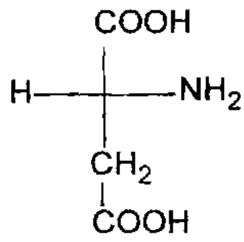
	0,25	
	0,25	
		(1 –II
0,5	0,25	X : 
	0,25	Y: $HO - CH_2 - CH_2 - OH$
0,25	0,25	2) نوع البلمرة : بلمرة بالتكاثف
		(3
0,75	0,25	
	0,25	
	0,25	

		التمرين الثاني: (07 نقاط)
3,25		1) أ- إكمال الجدول مع التبرير:
	2×0,25	:Leu $pH_i = \frac{pKa_1 + pKa_2}{2} = \frac{2,38 + 9,62}{2} = 6$
	0,25	:Asp $pH_i = \frac{pKa_1 + pKa_R}{2}$
		$\Rightarrow \quad pKa_R = 2pH_i - pKa_1 = 2\times 2,77 - 1,88$
	0,25	$pKa_R = 3,66$
	0,25	:Lys $pH_i = \frac{pKa_2 + pKa_R}{2}$
		$\Rightarrow pKa_2 = 2pH_i - pKa_R = 2\times 9,7 - 10,5$
	0,25	$pKa_2 = 8,9$

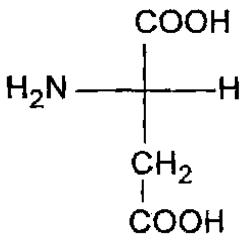
الحمض الأميني	pKa_1	pKa_2	pKa_R	pH_i
Leu	2,38	9,62		6
Asp	1,88	9,6	3,66	2,77
Lys	2,2	8,9	10,5	9,7

ب-

2×0,25



(D)

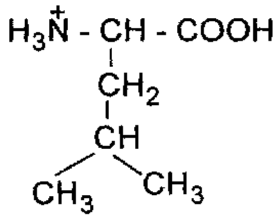


(L)

2×0,25

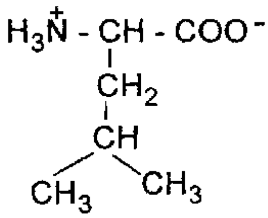
ج- عند pH=1 :

0,25



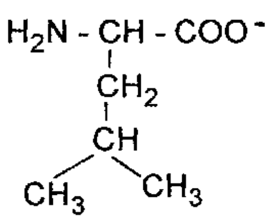
عند pH=6 أي pH=pHi:

0,25



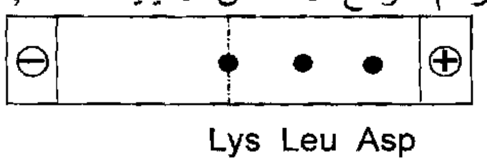
عند pH=12:

0,25

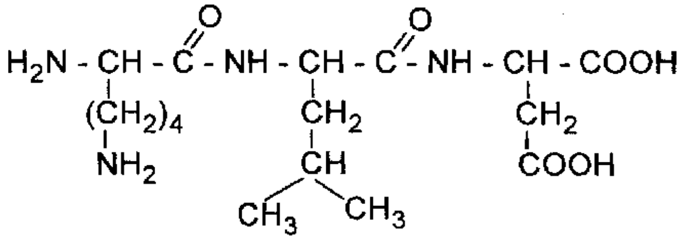
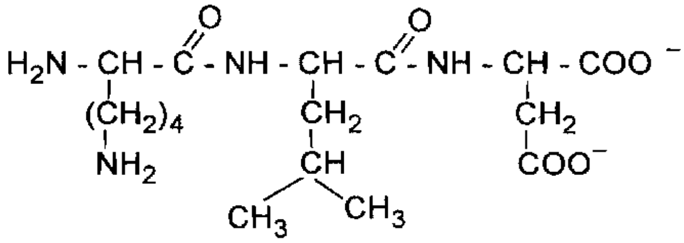
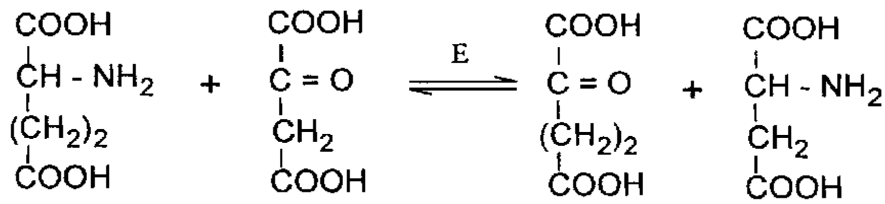


1,5 0,75

2) – الرسم: مواقع الأحماض الأمينية عند pH=9,7:



240

	0,25	Lys → pHi=pH=9,7 لدينا أيون معتدل $A^{\pm}$ والليزين لا يهاجر
	0,25	Leu → pHi < pH لدينا أيون سالب A^{-} واللوسين يهاجر إلى القطب الموجب
	0,25	Asp → pHi < pKa_2 <pH لدينا أيون بشحنتين سالبتين A^{--} حمض الأسبارتيك يهاجر إلى القطب الموجب.
1,25	0,75	3) أ- كتابة الصيغة الكيميائية للببتيد Lys – Leu – Asp: 
	0,5	ب- صيغة الببتيد عند pH=13 : 
1	2×0,25	4) أ-  حمض غلوتاميك حمض أوكسالو أستيك حمض اسبارتيك
	0,25	ب- اسم الإنزيم: غلوتاميك أوكسالوأستيك ترانس أميناز (GOT)
	0,25	ج- تصنيف الإنزيم: ينتمي إلى الإنزيمات الناقلة.
		التمرين الثالث: (06 نقاط) 1) أ- استخراج عبارة عمل التمدد:
	0,25	$W = \int_{V_1}^{V_2} -PdV$
1,5	0,25	$W = -nRT \int_{V_1}^{V_2} \frac{dV}{V}$
	0,25	$W = -nRT \ln\frac{V_2}{V_1}$

	ب- حساب عمل تمدد الغاز N_2 :		
	عدد المولات N_2 :		
	$n=\frac{28}{28}=1\ mol$	0,25	
	$T=25+273=298\ K$		
	$W=-1\times 8,314\times 298\ \ln\frac{24,45}{2,445}$	0,25	
	$W=-5704,82\ J$		
	$W=-5,7\ kJ$	0,25	
	2) أ- استنتاج أنطالبي :		
	$N_{2(g)} + O_{2(g)} \longrightarrow 2NO_{(g)}$ $\Delta H_1=180kJ$		
	$+\left(NO_{(g)} + 1/2\,O_{2(g)} \longrightarrow NO_{2(g)}\right.$ $\left.\Delta H_2=-57kJ\right)\times 2$	0,25	
	$N_{2(g)} + 2O_{2(g)} \longrightarrow 2NO_{2(g)}$ $\Delta H_3=\Delta H_1+2\Delta H_2$	0,25	1,25
	$\Delta H_3=180+2(-57)=66\ kJ$	0,25	
	ب- التفاعل ماص للحرارة لأن $\Delta H_3>0$	2×0,25	
	3) حساب أنطالبي التفاعل عند 500°C:		
	$\Delta H_T=\Delta H_{T_0}+\int_{T_0}^{T}\Delta Cp\,dT$	0,5	2
	$\Delta Cp=2Cp(NH_3)-Cp(N_2)-3Cp(H_2)$	0,5	
	$\Delta Cp=2(36,1)-29,1-3(28,9)$		
	$\Delta Cp=-43,6\ J.mol^{-1}.K^{-1}$	0,25	
	$T_0=25+273=298K$	0,25	
	$T=500+273=773K$	0,25	
	$\Delta H_T=\Delta H_{T_0}+\Delta Cp(T-T_0)$		
	$\Delta H_{773}=-92000-43,6\ (773-298)$		
	$\Delta H_{773}=-112710\ J=-112,71\ kJ$	0,25	
	4) حساب التغير في الطاقة الداخلية ΔU للتفاعل عند 25°C :		1,25
	$NH_{3(g)}+\frac{5}{4}O_{2(g)} \longrightarrow NO_{(g)}+\frac{3}{2}H_2O_{(g)}$ $\Delta H=-226,7\ kJ$		
	$\Delta H=\Delta U+\Delta nRT$		
	$\Delta U=\Delta H-\Delta nRT$	0,5	
	$\Delta n=(1+\frac{3}{2})-(1+\frac{5}{4})=0,25mol$	0,25	
	$\Delta U=-226,7.10^3-0,25\times 8,314\times 298$	0,25	
	$\Delta U=-226700-619,393$		
	$\Delta U=-227319,39J$		
	$\Delta U=-227,319kJ$	0,25	